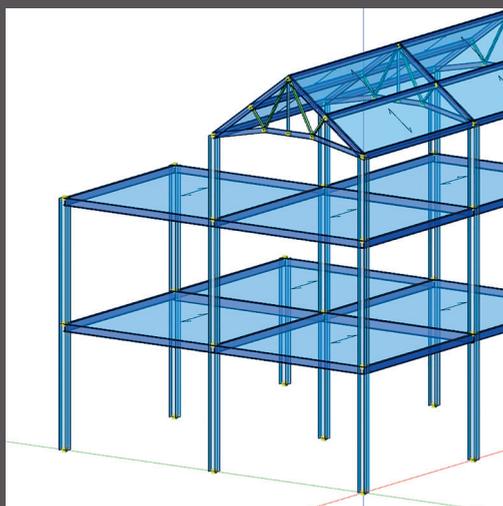




CALCOLO STRUTTURALE IN ACCIAIO CON IPERSPACE BIM

CALCOLO AGLI ELEMENTI FINITI BIM ORIENTED



SOFTWARE INCLUSO
CON SISTEMA G-CLOUD



Soft.Lab

CALCOLO STRUTTURALE IN ACCIAIO CON IPERSPACE BIM

Ed. I (12-2020)

ISBN 13 978-88-277-0212-3

EAN 9 788827 702123

Collana **Software** (138)



Prima di attivare Software o WebApp inclusi
prendere visione della licenza d'uso.

Inquadrare con un reader il **QR Code** a fianco
oppure collegarsi al link <https://grafill.it/licenza>

© **GRAFILL S.r.l.** Via Principe di Palagonia, 87/91 – 90145 Palermo

Telefono 091/6823069 – Fax 091/6823313 – Internet <http://www.grafill.it> – E-Mail grafill@grafill.it

**CONTATTI
IMMEDIATI**



Pronto GRAFILL
Tel. 091 226679



Chiamami
chiamami.grafill.it



Whatsapp
grafill.it/whatsapp



Messenger
grafill.it/messenger



Telegram
grafill.it/telegram

Finito di stampare presso **Tipografia Publistampa S.n.c. – Palermo**

Edizione destinata in via prioritaria ad essere ceduta nell'ambito di rapporti associativi.

Tutti i diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica e di riproduzione sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in alcuna forma, compresi i microfilm e le copie fotostatiche, né memorizzata tramite alcun mezzo, senza il permesso scritto dell'Editore. Ogni riproduzione non autorizzata sarà perseguita a norma di legge. Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

SOMMARIO

INTRODUZIONE	p.	5
1. MODELLAZIONE STRUTTURALE	"	7
1.1. Elementi di base	"	7
1.1.1. Elemento beam	"	7
1.1.2. Elemento shell	"	8
1.1.3. Elemento wink	"	10
1.1.4. Elemento platea	"	10
1.1.5. Elemento read-in-matrix	"	11
1.2. Elementi strutturali	"	11
1.2.1. Aste	"	11
1.2.1.1. Fili fissi	"	12
1.2.2. Muri	"	14
2. ANALISI CALCOLO DELLA STRUTTURA	"	16
2.1. Condizioni al contorno	"	16
2.2. Analisi statica	"	18
2.3. Analisi dinamica	"	18
2.3.1. Calcolo degli autovalori e autovettori	"	19
2.3.2. Analisi simica della struttura	"	20
2.3.3. Sovrapposizione modale	"	22
2.4. Osservazioni sul calcolo della struttura	"	23
2.4.1. Rigidezza assiale delle aste	"	25
2.4.2. Muri e pareti irrigidenti	"	25
2.4.3. Interazione suolo-struttura	"	26
3. VERIFICHE	"	28
3.1. Verifica di instabilità per le aste in acciaio	"	28
3.2. Verifica sezioni in acciaio per strutture dissipative	"	29
3.3. Verifica all'incendio	"	30
3.3.1. Definizione dell'incendio	"	31
3.3.2. Analisi della trasmissione del calore	"	33

3.3.3.	Analisi del comportamento meccanico della struttura	p.	33
3.4.	Verifiche di sicurezza.....	"	34
3.5.	Verifica degli spostamenti di impalcato.....	"	36
3.6.	Verifica dei nodi.....	"	36
3.6.1.	Trave continua	"	37
3.6.2.	Colonna trave.....	"	38
3.6.2.1.	Cerniera trave – anima della colonna.....	"	38
3.6.2.2.	Cerniera trave – ala colonna.....	"	38
3.6.2.3.	Incastro trave – colonna	"	38
3.6.2.4.	Incastro trave irrigidita – colonna	"	38
3.6.3.	Interruzione trave.....	"	39
3.6.4.	Colonna plinto	"	39
3.6.5.	Asta cerniera	"	39
4.	IL SOFTWARE INCLUSO. IPERSPACE BIM – ACCIAIO	"	40
4.1.	Attivazione di IperSpace BIM – Acciaio.....	"	41
5.	INTRODUZIONE ALL'UTILIZZO DI IPERSPACE BIM	"	42
6.	MODELLAZIONE, ANALISI		
	E CALCOLO DI UN EDIFICIO IN ACCIAIO	"	45
6.1.	Modellazione geometrica della struttura	"	47
6.1.1.	Creazioni nodi, aste e pannelli.....	"	48
6.1.2.	Creazione dei solai e dei tamponamenti	"	57
6.1.3.	Creazione piani superiori e copertura	"	59
6.2.	Calcolo.....	"	64
6.2.1.	Assegnazione criteri di verifica	"	64
6.2.1.1.	Pilastri.....	"	65
6.2.1.2.	Monaco.....	"	67
6.2.1.3.	Travi.....	"	68
6.2.1.4.	Diagonali, puntoni e catene	"	68
6.2.1.5.	Solai.....	"	68
6.2.2.	Assegnazione dei carichi	"	69
6.2.2.1.	Carico da neve	"	70
6.2.2.2.	Carico da vento.....	"	71
6.2.3.	Spettro di risposta	"	72
6.2.4.	Combinazioni di carico.....	"	74
6.2.5.	Creazione degli impalcati di calcolo	"	77
6.2.6.	Creazione del calcolo.....	"	79
6.3.	Analisi.....	"	84
6.4.	Progetto e verifica delle connessioni	"	88

INTRODUZIONE

IperSpace BIM è un software di calcolo strutturale agli elementi finiti BIM oriented, ideato e prodotto da *Soft.Lab*; il Bundle Acciaio permette il calcolo, la progettazione e la verifica di strutture in acciaio.

Il programma è costituito da tre moduli interagenti fra loro: *Space Modeler* per la modellazione agli elementi finiti, *Space Mesher* per la discretizzazione degli elementi piani e *Space Solver*, il solutore di calcolo a matrici sparse, di proprietà della *Soft.Lab*, sviluppato in ambiente MATLAB.

L'obiettivo di questo manuale è quello di fornire una guida all'utente di **IperSpace BIM** che si troverà per la prima volta ad utilizzare il programma.

Nel primo capitolo sono esaminati tutti gli elementi di base, che permettono di comporre anche le strutture più complesse, privilegiando nella trattazione sia l'aspetto teorico che l'aspetto pratico. Segue un capitolo dedicato al calcolo statico e dinamico della struttura, all'interno del quale sono riportate tutte le equazioni che utilizza il solutore per analizzare le strutture; si è cercato di fornire delle indicazioni di tipo generale e semplificate, senza addentrarsi nei tecnicismi propri dell'analisi numerica.

Il terzo capitolo è relativo invece alle verifiche delle strutture in acciaio. Si tenga presente che questo manuale non vuole sostituirsi né alla norme tecniche né ai testi sull'acciaio; piuttosto che fornire al lettore una trattazione teorica del materiale, si è preferito illustrare effettivamente cosa sia in grado di fare il software.

Il quarto ed il quinto capitolo presentano, rispettivamente, l'attivazione e l'introduzione all'utilizzo del software. Il sesto, infine, presenta un progetto completo di una struttura realizzata con **IperSpace BIM**. Tale tutorial si articola in tre fasi: la prima di modellazione tridimensionale, la seconda di calcolo e la terza di analisi. Il tutorial è stato pensato in modo tale che l'utente possa effettivamente realizzare il progetto in esame e confrontare i risultati ottenuti. Non c'è una guida ai comandi poiché si è scelto di analizzare questi ultimi, singolarmente, man mano che la modellazione e il calcolo richiedessero il loro uso. È comunque possibile visionare il manuale dell'utente all'interno del programma.

IperSpace BIM è un software di calcolo «aperto»: l'utente può in qualsiasi momento modificare qualsiasi proprietà e parametro, o crearne anche di nuovi; ciò nonostante i comandi sono semplici ed intuitivi per un uso agevole di questo strumento, che si adatta a qualsiasi esigenza del progettista.

Buona progettazione!

MODELLAZIONE STRUTTURALE

1.1. Elementi di base

Il sistema strutturale da analizzare può essere composto dalla combinazione di differenti elementi, tra cui:

- elemento *Beam* per discretizzare travi, pilastri e, scegliendo degli opportuni vincoli, pendoli; il calcolo fa riferimento al centro di taglio e non al baricentro; ciò significa che, per pilastri e travi a L o C, il solutore considera anche effetti torsionali, che normalmente i solutori tipo SAP non prendono in considerazione;
- elemento *Wink* per discretizzare travi su suolo elastico alla Winkler;
- elemento *Plate-Shell*, o semplicemente *Shell*, per discretizzare muri verticali, piastre, membrane e tutti gli elementi bi-dimensionali;
- elemento *Shell-Wink* per discretizzare platee;
- elemento *Read-Matrix* che permette di sostituire ad un elemento la sua matrice di rigidezza equivalente: è il caso degli isolatori sismici, o dei plinti su pali o pali isolati immersi in un semispazio elastico.

Questi elementi strutturali possono essere adoperati sia nell'analisi statica che dinamica.

1.1.1. Elemento beam

L'elemento *beam* è un elemento tridimensionale di forma prismatica in cui una dimensione predomina sulle altre (figura 1.1).

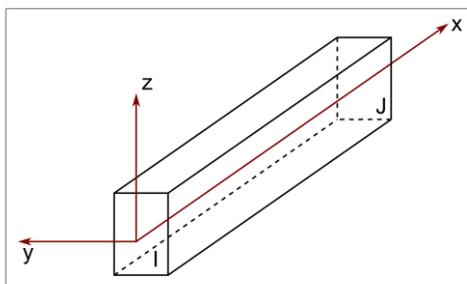


Figura 1.1. Schematizzazione dell'elemento beam

In fase di calcolo sono prese in considerazione le deformazioni torsionali, flettenti, assiali e taglianti. Ha in generale tutti i sei gradi di libertà dei nodi. Supporta carichi inerziali nelle tre direzioni e forze d'incastro perfetto per introdurre l'effetto flettente e tagliante dei cari-

chi distribuiti sullo stesso. In uscita sono presenti, agli estremi dell'elemento, in coordinate locali, le sollecitazioni assiali, taglianti, torcenti e flettenti.

Il comportamento inerziale della sezione è tenuto in conto determinando l'orientamento del piano i, j, k che definisce il piano degli assi principali dell'elemento.

Le coordinate locali per l'elemento *beam* sono: l'asse dell'elemento che coincide con l'asse 1 o asse x , mentre gli assi principali d'inerzia della sezione coincidono con gli assi 2 e 3 o y e z . Si tenga presente che gli assi x, y e z visualizzati nel modellatore non sono in genere quelli principali d'inerzia, ma dei riferimenti per un uso più comodo degli elementi per l'introduzione dei carichi; in fase di *postprocessing* tutte le sollecitazioni sono riferite a tali assi, mentre in fase di calcolo vengono effettuate le opportune trasformazioni per ridurre il riferimento a quello principale. L'elemento è vincolato, per sua natura, ai nodi in cui concorre a mezzo di un incastro interno: questo significa che la sezione terminale dell'elemento è vincolata ai sei gradi di libertà del nodo. Chiaramente, è possibile svincolare alcuni gradi di libertà dell'elemento nel riferimento locale, con l'accortezza di non svincolare, per entrambi gli estremi, i gradi di libertà di rotazione intorno all'asse x locale, oppure due corrispondenti gradi di libertà di traslazione ad entrambi i nodi.

IperSpace prende in considerazione l'opzione «*rigidbeam off-set*» con cui si può tenere conto della eccentricità tra l'asse dell'elemento e la congiungente i nodi.

IperSpace può, a scelta dell'utente, prendere in considerazione la deformabilità a taglio dell'elemento *beam* determinando l'area di taglio nelle direzioni 2 e 3 in modo automatico per le usuali sezioni (rettangolari, a «*T*», a «*L*», circolari, ecc.), o dividendo l'area della sezione per il rispettivo fattore di taglio χ_2, χ_3 nel caso di sezioni generiche.

1.1.2. Elemento shell

L'elemento *shell* è un quadrilatero di geometria arbitraria formato internamente da quattro triangoli compatibili.

Il riferimento locale dell'elemento finito è definito in modo del tutto arbitrario attraverso un vettore di riferimento diretto nel suo piano (figura 1.2).

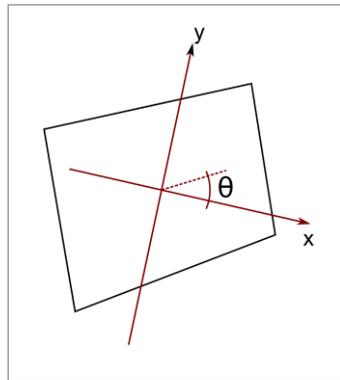


Figura 1.2. Elemento shell, coordinate locali

ANALISI CALCOLO DELLA STRUTTURA

IperSpace BIM propone un motore di calcolo proprietario, **Space Solver**, sviluppato con il supporto della piattaforma **MATLAB®**, appositamente implementato da una prestigiosa università italiana ed è scritto in un linguaggio ad oggetti molto efficiente. I tempi di elaborazione dipendono principalmente dal numero di nodi, dal numero di autovalori da prendere in considerazione e dal computer usato. Non ci sono limiti al numero di elementi usati, né al numero di nodi. Ogni nodo della struttura può avere da zero a sei gradi di libertà.

L'equilibrio della struttura discretizzata è retto da un sistema di equazioni differenziali lineari avente la seguente forma:

$$M u'' + C u' + K u = R \quad (2.1)$$

essendo:

- M la matrice delle masse;
- C la matrice di smorzamento;
- K la matrice delle rigidità;
- R il vettore dei carichi;
- u'' , u' e u sono, rispettivamente, i vettori accelerazioni, velocità, spostamenti.

La matrice di rigidità K della struttura è ottenuta sommando semplicemente le matrici dei singoli elementi in coordinate globali:

$$K = \sum_n K_n \quad (2.2)$$

dove:

- K_n è la matrice di rigidità dell' n -esimo elemento. Sebbene K_n abbia lo stesso ordine di K , solo gli elementi di K_n relativi ai gradi di libertà dell'elemento n -esimo hanno valore diverso da zero.

La formazione delle matrici della struttura è ottenuta allo stesso modo sia nell'analisi statica che in quella dinamica.

2.1. Condizioni al contorno

Se una componente di spostamento è zero la corrispondente equazione di equilibrio nel sistema (2.1) è eliminata. Se invece è applicato uno spostamento, la rispettiva equazione di

equilibrio è sostituita da un'equazione di congruenza del tipo $u_i = x$; più in generale è possibile applicare una *matrice di vincolo* a monte della soluzione.

Siano q_1, q_2, \dots, q_n le incognite del problema senza vincoli al contorno e si supponga che tra alcune incognite del problema esista una relazione di dipendenza del tipo:

$$q_k = \sum_l \beta_{kl} \cdot q_l + c_k \quad l = l_1, l_2, \dots, l_m \quad (2.3)$$

dove:

- q_k è la variabile dipendente;
- q_l la generica variabile indipendente;
- c_k un valore noto e fisso nel tempo (ad esempio, nel caso di un grado di libertà bloccato l'equazione potrebbe essere $q_k = 0$, nel caso di uno spostamento imposto $q_k = \delta$).

In generale quindi è possibile esprimere le incognite attraverso una relazione matriciale del tipo:

$$Q = BQ_1 + C \quad (2.4)$$

dove:

- Q_1 è il vettore delle incognite indipendenti;
- C è il vettore dei termini noti.

L'energia totale del sistema si scrive:

$$E_T = \frac{1}{2} Q^T K Q + \frac{1}{2} \dot{Q}^T M \dot{Q} - R^T Q \quad (2.5)$$

in cui:

- il punto indica la derivata rispetto al tempo;
- l'apice T indica la trasposta;
- R indica il vettore delle forze nodali equivalenti.

Sostituendo l'espressione (2.4) nella (2.5) e tenendo conto della simmetria di K si ottiene:

$$E_T = \frac{1}{2} Q_1^T B^T K B Q_1 + \frac{1}{2} \dot{Q}_1^T B^T M B \dot{Q}_1 - (R^T B - C^T K B) Q_1 + \frac{1}{2} C^T K C - R^T C \quad (2.6)$$

che fondamentalmente è simile alla (2.5) e da cui si ricava la nuova matrice delle rigidezze, delle masse e delle forze equivalenti.

Il minimo di tale energia corrisponde alla soluzione del sistema di equazioni differenziali lineare del tipo (2.1); noto che sia Q_1 dalla (2.4) si ricava Q . È da notare che alcune tipologie di legami non consentono, a valle della soluzione, di ottenere le sollecitazioni all'in-

$$I_0 = I_p + A (xc^2 + yc^2)$$

$$N_{crit} = \frac{A \left(GJ_t + \frac{\pi^2 EI}{l_f^2} \right)}{I_0}$$

in cui l_f è la lunghezza libera di inflessione torsionale (presa pari alla luce dell'asta).

3.2. Verifica sezioni in acciaio per strutture dissipative

Si procede secondo le formule 7.5.7, 7.5.8, 7.5.9 dell'NTC2018, di seguito riportate:

$$N_{Ed} = N_{Ed,G} + 1,1 \cdot \gamma_{ov} \cdot \Omega \cdot N_{Ed,E}$$

$$M_{Ed} = M_{Ed,G} + 1,1 \cdot \gamma_{ov} \cdot \Omega \cdot M_{Ed,E}$$

$$V_{Ed} = V_{Ed,G} + 1,1 \cdot \gamma_{ov} \cdot \Omega \cdot V_{Ed,E}$$

in cui γ_{ov} è un fattore che varia tra 1,1 e 1,25 (quest'ultimo è il valore consigliato dall'EC8), in dipendenza del materiale. Secondo il paragrafo 7.5.1 dell'NTC2018 esso è posto pari a 1,25 per gli acciai di tipo S235, S275 ed S355 e pari a 1,15 per gli acciai tipo S420 e S460.

Risulta che quando si attiva la gerarchia delle resistenze si verifica, in via approssimata, sempre con $q = 1$; infatti:

NTC 2018, paragrafo 7.5.4.2:

Ω è il minimo valore tra gli $\Omega_i = (M_{pl,Rd,i} - M_{Ed,G,i}) / M_{Ed,E,i}$ valutati per tutte le travi in cui si attende la formazione di zone dissipative, essendo $M_{Ed,E,i}$ la domanda a flessione dovuta alle azioni sismiche di progetto, $M_{Ed,G,i}$ la domanda a flessione dovuta alle azioni non sismiche incluse nella combinazione delle azioni per la condizione sismica di progetto e $M_{pl,Rd,i}$ il valore della capacità a flessione della i -esima trave.

Le azioni sismiche dei pilastri quindi vanno amplificate del fattore di cui si dovrebbe amplificare il sisma nella condizione di carico per raggiungere il momento di plasticizzazione della trave più debole. Infatti Ω è il più piccolo tra tutte le travi e quindi è come affermare che la struttura collassa quando la trave più debole raggiunge la sua resistenza.

In base alle formule è come se venga detto, almeno per i pilastri: «*se vuoi usare la gerarchia delle resistenze i pilastri vanno verificati sempre in campo elastico, con le azioni uguali a quelle che otterresti con un sisma che produce la prima plasticizzazione nelle aste; comunque per tali azioni è ammesso che non siano superiori a quelle che otterresti per $q=1$ per strutture non dissipative*».

IL SOFTWARE INCLUSO. IPERSPACE BIM – ACCIAIO

L'acquisto della presente pubblicazione include una licenza d'uso di 90 giorni per **IperSpace BIM – Acciaio**, software di calcolo strutturale agli elementi finiti BIM oriented, per la modellazione, l'analisi e la verifica di strutture in acciaio, ideato e prodotto da Soft.Lab.

IperSpace BIM – Acciaio, disponibile per sistemi operativi MS Windows e Mac OS, consente la modellazione 3D di strutture su file IFC4 senza perdita di informazioni, nonché la verifica ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018 e NTC 2008) e relative circolari applicative, ma è possibile anche far riferimento agli Eurocodici e al DM96. Le verifiche di resistenza e deformabilità sono svolte secondo i metodi canonici della scienza delle costruzioni.

IperSpace BIM – Acciaio è costituito da un unico ambiente comprendente tre moduli completamente integrati e dunque interagenti in maniera sinergica:

- 1) **Space Modeler** (modellatore solido/fem);
- 2) **Space Mesher** (discretizzatore di elementi superficiali);
- 3) **Space Solver** (solutore di calcolo a matrici sparse).

IperSpace BIM – Acciaio si presenta con un'interfaccia utente all'avanguardia nella forma e nella sostanza che ne fanno uno strumento unico e innovativo.

Alcuni plugin rappresentano delle soluzioni realmente inedite e sofisticate che consentono di modellare macrostrutture di una certa complessità.

IperSpace BIM – Acciaio comprende:

- **Modellazione** (nodi, aste, fondazioni speciali e non, shell, sbalzi, solai, tamponamenti);
- **Verifiche** (aste in cls, shell in cls, fondazioni in cls, aste in acciaio, shell in acciaio, nodi per travi in acciaio reticolari e non);
- **Dinamo**;
- **Azioni neve e vento**;
- **Azioni termiche**;
- **Verifica incendio**;
- **Capannoni/Capriate**;
- **Carpenterie cls**.

Maggiori informazioni su **IperSpace BIM – Acciaio** consultare www.soft.lab.it

4.1. Attivazione di IperSpace BIM – Acciaio

- 1) Collegarsi al seguente indirizzo internet:

https://www.grafill.it/pass/0213_3.php

- 2) Inserire i codici “A” e “B” (vedi ultima pagina del volume) e cliccare [**Continua**];
- 3) **Utenti registrati su www.grafill.it**: inserire i dati di accesso e cliccare [**Accedi**], accettare la licenza d’uso e cliccare [**Continua**];
- 4) **Utenti non registrati su www.grafill.it**: cliccare [**Iscriviti**], compilare l’anagrafica cliente e cliccare [**Iscriviti**], accettare la licenza d’uso e cliccare [**Continua**];
- 5) La guida al download e all’attivazione di **IperSpace BIM – Acciaio** sarà trasmessa all’indirizzo e-mail comunicato in anagrafica cliente.

INTRODUZIONE ALL'UTILIZZO DI IPERSPACE BIM

L'interfaccia utente di **IperSpace BIM** è costituita da un ambiente moderno e intuitivo. Come è possibile notare dalla figura 5.1 l'ambiente è suddivisibile in sezioni indipendenti e correlate allo stesso tempo. È possibile suddividerlo in:

- 1) Barra dei menu (Menu bar);
- 2) Barra dei ribbon (Ribbon bar);
- 3) Barra di controllo (Control bar);
- 4) Tavolozze (Toolboxes);
- 5) Vista grafica (Graphic window);
- 6) Gestore delle proprietà (Property editor);
- 7) Barra dello stato (Status bar);
- 8) Barra dei filtri (Filters bar).

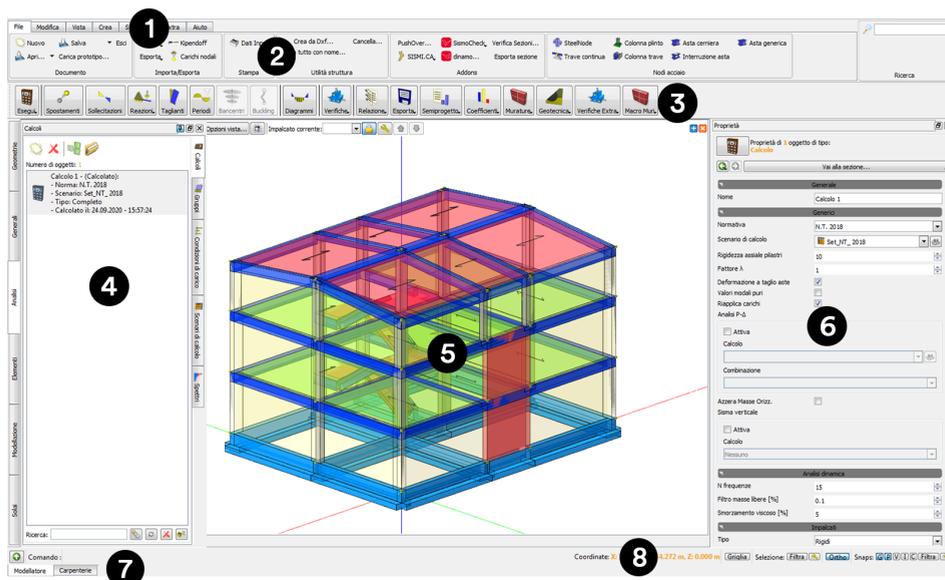


Figura 5.1. *Interfaccia IperSpace BIM*

La barra dei menu consente di identificare in maniera immediata il gruppo di comandi ricercato dall'utente. Ad esempio, per operazioni di apertura file, importazione, ecc., si identificherà il gruppo di comandi della voce *Files*. Ad ogni voce della barra dei menu corrispon-

dono gruppi di comandi suddivisi in blocchi (*Ribbon*). Il *Ribbon* è un elemento dell'interfaccia utente che presenta comandi, strumenti e opzioni raggruppati in base all'attività anziché attraverso menu tradizionali, barre degli strumenti e riquadri attività.

La barra di controllo presenta, in maniera contestuale al comando che si sta eseguendo o alla selezione di particolari oggetti, controlli dinamici che consentono di interagire con gli elementi coinvolti.

Le tavolozze raccolgono i gestori dei vari database dei molteplici elementi costituenti sia l'ambiente di **IperSpace BIM** che gli stessi modelli strutturali. Tra questi compare l'indispensabile navigatore degli elementi, costituito da una struttura ad albero (*Tree View*), che organizza gerarchicamente gli elementi che costituiscono la struttura corrente. Risulta molto agevole per selezionare oggetti multipli ed eterogenei o per modificare delle proprietà comuni in maniera rapida (figura 5.2).

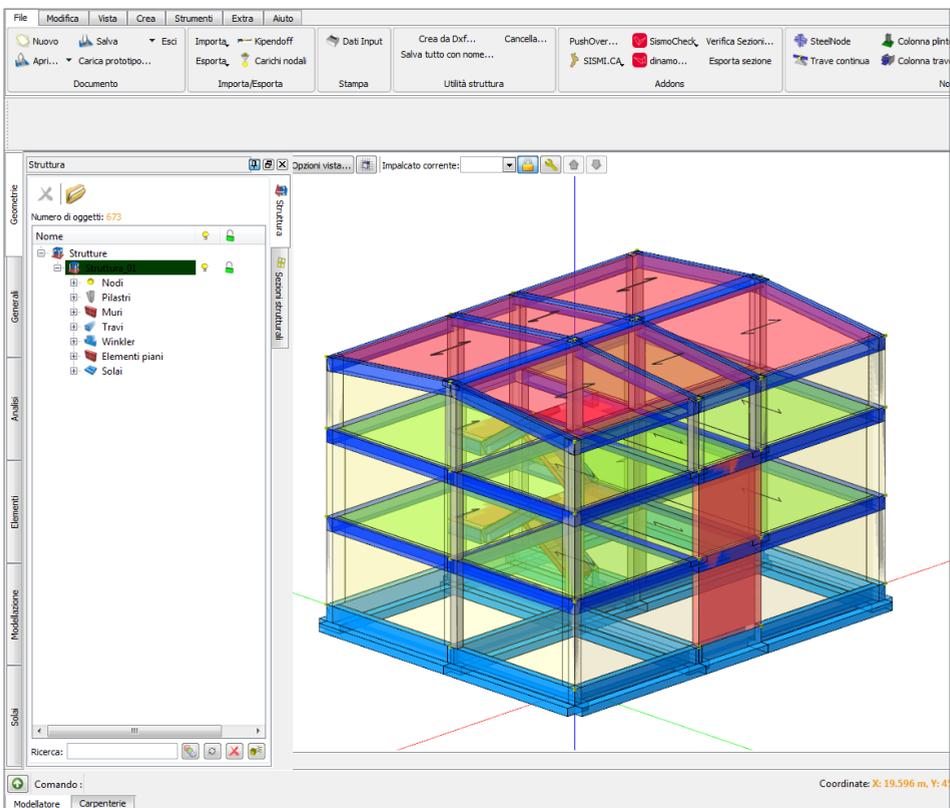


Figura 5.2. Tavolozza geometria

La vista grafica rappresenta il vero e proprio ambiente grafico di **IperSpace BIM** che permette l'interazione diretta tra utente e struttura attraverso una rappresentazione grafica degli oggetti strutturali. È organizzata per viste:

MODELLAZIONE, ANALISI E CALCOLO DI UN EDIFICIO IN ACCIAIO

Il presente tutorial costituisce un rapido aiuto nell'utilizzo del programma, presentando un caso studio reale di una struttura in acciaio.

Seguendo le indicazioni riportate è possibile effettuare la modellazione e il calcolo completo della struttura; sono riportati in dettaglio tutti i passaggi eseguiti cercando di spiegare, di volta in volta, le proprietà di tutti i comandi presenti all'interno di **IperSpace BIM**.

In alcuni casi, determinate operazioni di modellazione possono essere svolte seguendo differenti procedure, nonostante il risultato finale sia sempre lo stesso: pertanto, si è cercato, ogni qual volta si presentavano comandi già visti in parti precedenti della guida, di differenziare le operazioni svolte, cercando così di fornire all'utente una visione complessiva delle funzionalità del programma.

La guida si articola in tre step successivi:

1) **MODELLAZIONE**

Per la creazione di tutti gli elementi strutturali e assegnazione delle relative proprietà geometriche e meccaniche.

2) **CALCOLO**

Per la definizione di tutti i parametri di calcolo e verifica della struttura.

3) **ANALISI**

Analisi dei risultati ottenuti, loro validazione e progetto delle armature.

Il capannone si sviluppa su tre livelli, per un'altezza complessiva, dal piano campagna al colmo della copertura, pari a 9.6 m.

Il primo piano della struttura, irregolare in altezza, è caratterizzato da due campate in direzione x e 2 in direzione y ; sia il secondo che il terzo piano presentano una superficie in pianta minore rispetto a quella del piano precedente. È presente, inoltre, una copertura a capriata (di tipo Polonceau semplice) in direzione X .

Nella figura 6.1 sono riportate:

- (a) pianta della struttura;
- (b) prospetto della struttura.

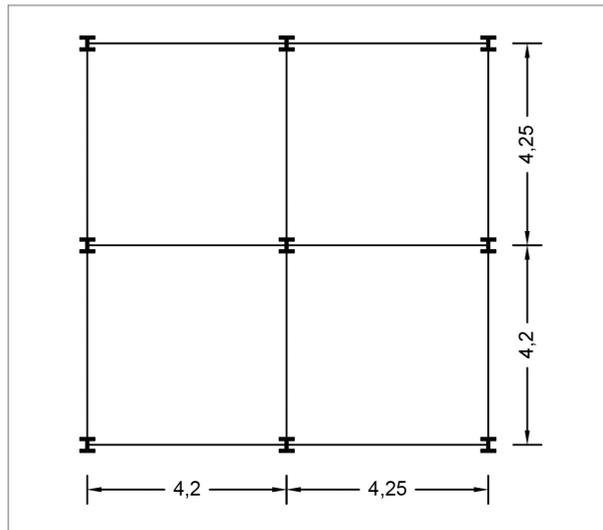


Figura 6.1a). *Pianta della struttura*

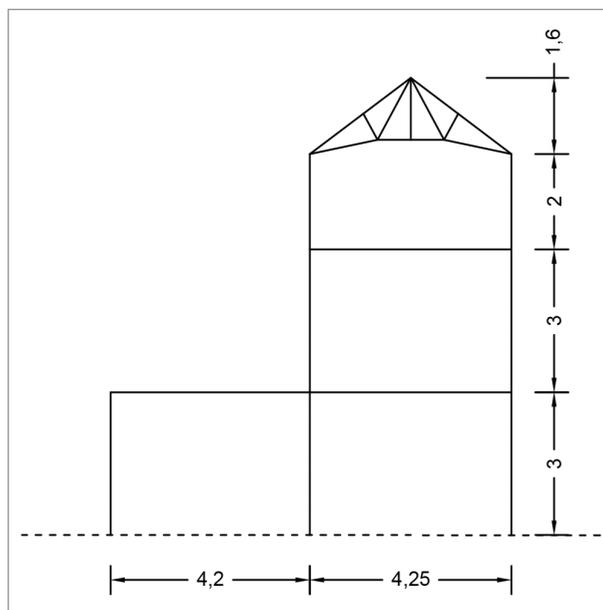


Figura 6.1b). *Prospetto della struttura in direzione x*

All'apertura del software compare una schermata che permette di aprire un file modello (prototipo), figura 6.2, contenente delle impostazioni predefinite, tra le quali:

- unità di misura;
- archivi delle sezioni;
- caratteristiche dei materiali, ecc..



Guida teorico-pratica per l'utente di **IperSpace BIM**, software di calcolo strutturale agli elementi finiti BIM oriented, ideato e prodotto da **Soft.Lab**.

Nella guida sono esaminati i seguenti argomenti:

- gli elementi di base, che permettono di comporre anche le strutture più complesse, privilegiando nella trattazione sia l'aspetto teorico che l'aspetto pratico;
- il calcolo statico e dinamico della struttura, con le equazioni che utilizza il solutore per analizzare le strutture;
- le verifiche delle strutture in acciaio.

Questa guida, piuttosto che fornire al lettore una trattazione teorica del materiale, illustra le potenzialità di **IperSpace BIM**, anche con l'ausilio del progetto completo di una struttura articolato in tre fasi: la prima di modellazione geometrica della struttura, la seconda di calcolo e la terza di analisi.

Con l'acquisto della presente pubblicazione viene fornita una licenza d'uso di 90 giorni per **IperSpace BIM – Acciaio**, software di calcolo strutturale agli elementi finiti BIM oriented, per la modellazione, l'analisi e la verifica di strutture in acciaio, ideato e prodotto da **Soft.Lab**. Il software consente la modellazione 3D di strutture su file IFC4 senza perdita di informazioni, nonché la verifica ai sensi delle NTC 2018, NTC 2008 e relative circolari applicative, ma è possibile anche far riferimento agli Eurocodici e al DM96. Le verifiche di resistenza e deformabilità sono svolte secondo i metodi canonici della scienza delle costruzioni.

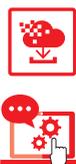
IperSpace BIM – Acciaio è costituito da un unico ambiente comprendente tre moduli completamente integrati e dunque interagenti in maniera sinergica:

- **Space Modeler** (modellatore solido/fem);
- **Space Mesher** (discretizzatore di elementi superficiali);
- **Space Solver** (solutore di calcolo a matrici sparse).

IperSpace BIM – Acciaio comprende:

- **Modellazione** (nodi, aste, fondazioni, shell, sbalzi, solai, tamponamenti);
- **Verifiche** (aste in cls, shell in cls, fondazioni in cls, aste in acciaio, shell in acciaio, nodi per travi in acciaio reticolari e non);
- **Dinamo**;
- **Azioni neve e vento**;
- **Azioni termiche**;
- **Verifica incendio**;
- **Capannoni/Capriate**;
- **Carpenterie cls**.

Soft.Lab (www.soft.lab.it) è una software house italiana, fondata dal prof. ing. Dario Nicola Pica, che da più di 30 anni si occupa di ideazione e sviluppo di programmi per il calcolo strutturale e la geotecnica. È tra le prime realtà italiane a realizzare software per l'edilizia.



Software
in G-Cloud

Assistenza
tecnica

ISBN 13 978-88-277-0212-3



9 788827 702123 >

Euro 60,00